

Química
Nivel superior
Prueba 2

Lunes 14 de noviembre de 2016 (mañana)

Número de convocatoria del alumno

2 horas 15 minutos

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Instrucciones para los alumnos

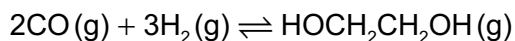
- Escriba su número de convocatoria en las casillas de arriba.
- No abra esta prueba hasta que se lo autoricen.
- Conteste todas las preguntas.
- Escriba sus respuestas en las casillas provistas a tal efecto.
- En esta prueba es necesario usar una calculadora.
- Se necesita una copia sin anotaciones del **cuadernillo de datos de química** para esta prueba.
- La puntuación máxima para esta prueba de examen es **[95 puntos]**.



Conteste **todas** las preguntas. Escriba sus respuestas en las casillas provistas.

1. El 1,2-etanodiol, $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$, tiene una amplia variedad de usos como la eliminación del hielo de los aviones y la transferencia de calor en una celda solar.

(a) El 1,2-etanodiol se puede obtener de acuerdo con la siguiente reacción.



(i) Deduzca la expresión de la constante de equilibrio, K_c , para esta reacción.

[1]

.....

(ii) Indique cómo afectará la posición de equilibrio y el valor de K_c el aumento de presión de la mezcla de reacción a temperatura constante.

[2]

Posición de equilibrio:

.....

K_c :

.....

(iii) Calcule la variación de entalpía, ΔH^\ominus , en kJ, para esta reacción usando la sección 11 del cuadernillo de datos. La entalpía del enlace carbono-oxígeno en el $\text{CO}(\text{g})$ es 1077 kJ mol^{-1} .

[3]

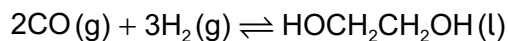
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 1: continuación)

- (b) (i) Calcule ΔH^\ominus , en kJ, para esta reacción similar que se muestra abajo usando los datos de ΔH_f^\ominus de la sección 12 del cuadernillo de datos. ΔH_f^\ominus del $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}(\text{l})$ es $-454,8 \text{ kJ mol}^{-1}$. [1]



- (ii) Deduzca por qué las respuestas a los apartados (a)(iii) y (b)(i) son diferentes. [1]

- (iii) ΔS^\ominus para la reacción de (b)(i) es $-620,1 \text{ J K}^{-1}$. Comente sobre la disminución de entropía. [1]

- (iv) Calcule el valor de ΔG^\ominus , en kJ, para esta reacción a 298 K usando su respuesta a (b)(i). (Si no obtuvo una respuesta a (b)(i), use los datos $-244,0 \text{ kJ}$, aunque este no sea el valor correcto.) [2]

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 1: continuación)

- (v) Comente la afirmación de que a medida que aumenta la temperatura la reacción se hace menos espontánea.

[1]

.....

.....

.....

.....

- (c) Determine el estado de oxidación promedio del carbono en el eteno y en el 1,2-etanodiol.

[2]

Eteno:

.....

1,2-etanodiol:

.....

- (d) Explique por qué el punto de ebullición del 1,2-etanodiol es significativamente mayor que el del eteno.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (e) El 1,2-etanodiol se puede oxidar primero para obtener ácido etanodioico, $(\text{COOH})_2$, y luego a dióxido de carbono y agua. Sugiera los reactivos necesarios para oxidar el 1,2-etanodiol.

[1]

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 1: continuación)

- (f) Prediga los datos de RMN de ^1H para el ácido etanodioico y el 1,2-etanodiol completando la tabla.

[2]

	Número de señales	Patrón de desdoblamiento
Ácido etanodioico:
1,2-etanodiol:	No requerido



24EP05

Véase al dorso

2. La concentración de una solución de un ácido débil, como el ácido etanodioico, se puede determinar por titulación con una solución estándar de hidróxido de sodio, NaOH(aq).

(a) Distinga entre un ácido débil y un ácido fuerte.

[1]

Ácido débil:

.....

Ácido fuerte:

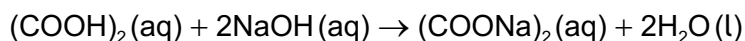
.....

(b) Sugiera por qué es más conveniente expresar la acidez usando la escala de pH en lugar de usar la concentración de iones hidrógeno.

[1]

.....
.....
.....

(c) Una muestra impura de 5,00 g de ácido etanodioico hidratado, $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, se disolvió en agua para preparar $1,00 \text{ dm}^3$ de solución. Se titularon muestras de $25,0 \text{ cm}^3$ de esta solución con solución de hidróxido de sodio $0,100 \text{ mol dm}^{-3}$ usando un indicador adecuado.



El valor medio de la titulación fue de $14,0 \text{ cm}^3$.

(i) Sugiera un indicador adecuado para esta titulación. Use la sección 22 del cuadernillo de datos.

[1]

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 2: continuación)

- (ii) Calcule la cantidad, en mol, de NaOH en 14,0 cm³ de solución 0,100 mol dm⁻³. [1]

.....

.....

.....

- (iii) Calcule la cantidad, en mol, de ácido etanodioico en la muestra de 25,0 cm³. [1]

.....

.....

.....

- (iv) Determine el porcentaje de pureza del ácido etanodioico hidratado en la muestra inicial. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (d) Dibuje la estructura de Lewis (representación de electrones mediante puntos) del ion etanodioato, ⁻OOCCOO⁻. [1]

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 2: continuación)

- (e) Resuma por qué todas las longitudes de enlace C–O en el ion etanodioato son iguales y sugiera su valor. Use la sección 10 del cuadernillo de datos.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (f) Explique cómo los iones etanodioato actúan como ligandos.

[2]

.....

.....

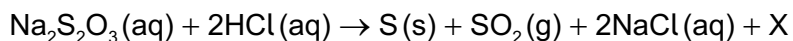
.....

.....

.....



3. La solución de tiosulfato de sodio reacciona a temperatura ambiente con ácido clorhídrico diluido para formar un precipitado de azufre.



- (a) Identifique la fórmula y el símbolo de estado de X.

[1]

.....

- (b) Sugiera por qué el experimento se debería llevar a cabo bajo campana extractora o en un laboratorio bien ventilado.

[1]

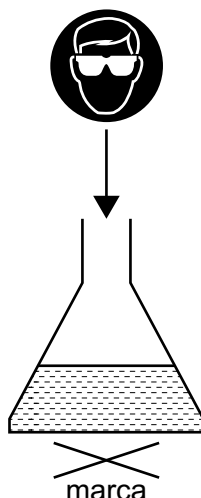
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 3: continuación)

- (c) El precipitado de azufre torna la mezcla opaca, por eso, una marca debajo de la mezcla de reacción desaparece con el transcurso del tiempo.



Se añadieron $10,0\text{ cm}^3$ de ácido clorhídrico $2,00\text{ mol dm}^{-3}$ a $50,0\text{ cm}^3$ de solución de tiosulfato de sodio a la temperatura T_1 . Los estudiantes midieron el tiempo que tarda la marca en desaparecer a simple vista. El experimento se repitió a diferentes concentraciones de tiosulfato de sodio.

Experimento	$[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})]$ / mol dm^{-3}	Tiempo, t , para que la marca desaparezca / $\text{s} \pm 1\text{ s}$	$\frac{1}{t} / 10^{-3}\text{ s}^{-1}$
1	0,150	23	43,5
2	0,120	27	37,0
3	0,090	36	27,8
4	0,060	60	16,7
5	0,030	111	9,0

* Se puede usar la inversa del tiempo en segundos como medida de la velocidad de reacción.

[Fuente: Adaptado de <http://www.flinnsci.com/>]

Muestre que el ácido clorhídrico añadido al matraz en el experimento 1 está en exceso. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

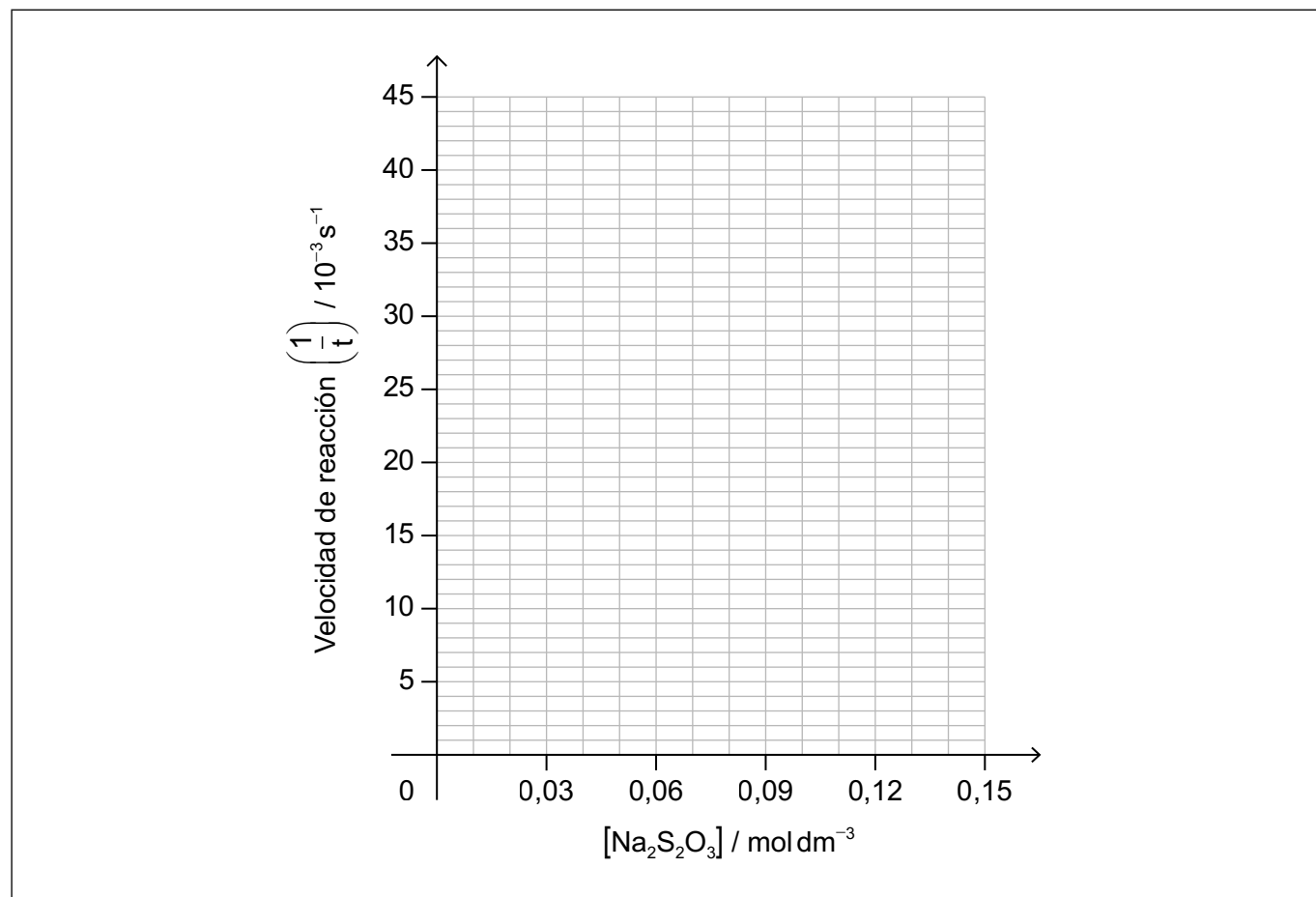
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 3: continuación)

- (d) Dibuje, en los ejes provistos, la línea de ajuste de $\frac{1}{t}$ en función de la concentración de tiosulfato de sodio. [2]



- (e) (i) Use el gráfico para explicar el orden de reacción con respecto al tiosulfato de sodio. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 3: continuación)

- (ii) En un experimento diferente, se halló que esta reacción es de primer orden con respecto al ácido clorhídrico. Deduzca la expresión de velocidad total para la reacción.

[1]

.....

- (f) Un estudiante decidió llevar a cabo otro experimento usando una solución de tiosulfato de sodio $0,075 \text{ mol dm}^{-3}$ en las mismas condiciones. Determine el tiempo que tarda la marca en desaparecer.

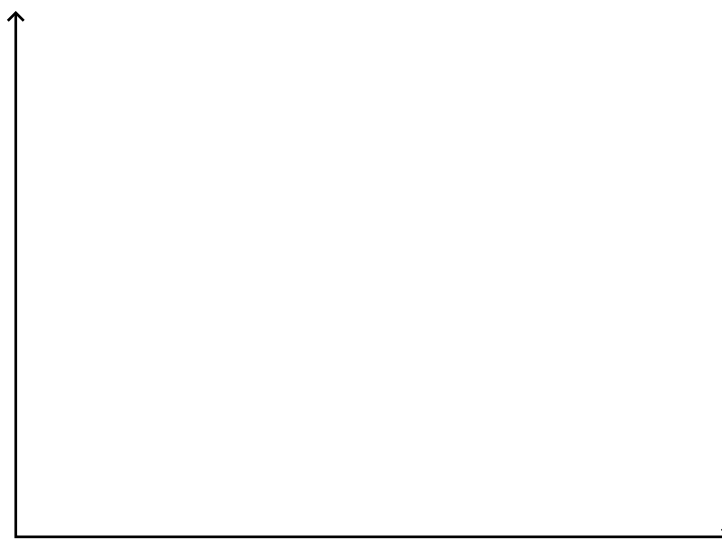
[2]

.....

- (g) Se llevó a cabo un experimento adicional a mayor temperatura, T_2 .

- (i) En los mismos ejes, dibuje aproximadamente curvas de distribución de energía de Maxwell-Boltzmann a las dos temperaturas T_1 y T_2 , donde $T_2 > T_1$.

[2]



(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 3: continuación)

- (ii) Explique por qué a mayor temperatura aumenta la velocidad de reacción. [2]

.....

.....

.....

.....

- (h) Sugiera una razón por la cual los valores de las velocidades de reacción obtenidas a temperaturas mayores pueden ser menos exactas. [1]

.....

.....

.....

.....



4. El magnesio es un metal del grupo 2 que existe en forma de varios isótopos y forma muchos compuestos.

(a) Indique la notación nuclear, A_ZX , para el magnesio-26.

[1]

.....

.....

(b) La espectrometría de masas de una muestra de magnesio dio los siguientes resultados:

	% abundancia
Mg-24	78,60
Mg-25	10,11
Mg-26	11,29

Calcule la masa atómica relativa, A_r , de esta muestra de magnesio con dos cifras decimales.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(c) Los iones magnesio no producen líneas de emisión o absorción en la región visible del espectro electromagnético. Sugiera por qué la mayoría de los compuestos de magnesio usados en un laboratorio escolar muestran trazas de color amarillo en la llama.

[1]

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 4: continuación)

- (d) (i) Explique la convergencia de las líneas en un espectro de emisión del hidrógeno. [1]

.....

.....

.....

- (ii) Indique qué se puede determinar a partir de la frecuencia del límite de convergencia. [1]

.....

.....

- (e) El magnesio arde en el aire para formar un compuesto blanco, óxido de magnesio. Formule una ecuación para la reacción del óxido de magnesio con agua. [1]

.....

.....

- (f) Describa la tendencia de las propiedades ácido-base de los óxidos del periodo 3, del sodio al cloro. [2]

.....

.....

.....

.....

- (g) Además del óxido de magnesio, el magnesio forma otro compuesto cuando arde en el aire. Sugiera la fórmula de este compuesto. [1]

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 4: continuación)

- (h) Describa la estructura y el enlace en el óxido de magnesio sólido. [2]

.....

.....

.....

.....

- (i) El cloruro de magnesio se puede electrolizar.

- (i) Deduzca las semiecuaciones para las reacciones en cada electrodo cuando se electroliza cloruro de magnesio **fundido** y muestre los símbolos de estado de los productos. El punto de fusión del magnesio y del cloruro de magnesio es de 922 K y 987 K respectivamente. [2]

Ánodo (electrodo positivo):

.....

Cátodo (electrodo negativo):

.....

- (ii) Identifique el tipo de reacción que se produce en el cátodo (electrodo negativo). [1]

.....

- (iii) Indique los productos que se obtienen cuando se electroliza una solución acuosa muy **diluida** de cloruro de magnesio. [2]

Ánodo (electrodo positivo):

.....

Cátodo (electrodo negativo):

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 4: continuación)

- (j) Los potenciales de electrodo estándar se miden con respecto al electrodo estándar de hidrógeno. Describa un electrodo estándar de hidrógeno.

[2]

.....

.....

.....

- (k) Una semicelda de magnesio, $\text{Mg (s)}/\text{Mg}^{2+} \text{ (aq)}$, se puede conectar a una semicelda de cobre, $\text{Cu (s)}/\text{Cu}^{2+} \text{ (aq)}$.

- (i) Formule una ecuación para la reacción espontánea que se produce cuando se completa el circuito.

[1]

.....

.....

- (ii) Determine el potencial estándar, en V, para la pila. Refiérase a la sección 24 del cuadernillo de datos.

[1]

.....

.....

.....

- (iii) Prediga, dando una razón, la variación del potencial de la celda cuando aumenta la concentración de iones cobre.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....



5. El propano y el propeno son miembros de diferentes series homólogas.

(a) Dibuje las fórmulas estructurales completas del propano y el propeno.

[1]

Propano:

Propeno:

(b) (i) Dibuje diagramas para mostrar cómo se forman los enlaces sigma (σ) y pi (π) entre átomos.

[2]

Sigma (σ):

Pi (π):

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 5: continuación)

- (ii) Indique el número de enlaces sigma (σ) y pi (π) en el propano y el propeno. [2]

	Número de enlaces sigma (σ)	Número de enlaces pi (π)
Propano
Propeno

- (c) Tanto el propano como el propeno reaccionan con bromo.

- (i) Indique una ecuación y la condición requerida para la reacción de 1 mol de propano con 1 mol de bromo. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Indique una ecuación para la reacción de 1 mol de propeno con 1 mol de bromo. [1]

.....

.....

- (iii) Indique el tipo de cada reacción con bromo. [1]

Propano:

.....

Propeno:

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



24EP19

Véase al dorso

(Pregunta 5: continuación)

- (d) Construya el mecanismo de la formación de 2-bromopropano a partir de bromuro de hidrógeno y propeno usando flechas curvas para representar el movimiento de los electrones.

[3]



6. Un isómero estructural del C_4H_9Br es una molécula quiral.

- (a) Dibuje la forma tridimensional de cada enantiómero de este isómero en la que muestre la relación espacial que existe entre ellos. [2]

- (b) Cuando un enantiómero sufre sustitución por hidrólisis alcalina, aproximadamente el 75 % de las moléculas del producto muestran inversión de la configuración. Comente sobre los mecanismos que se producen. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (c) Sugiera por qué la velocidad de la hidrólisis alcalina de un enantiómero del yodopropano es mayor que la de un enantiómero del bromopropano. [1]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



7. Esta es una pregunta sobre el ácido metanoico, HCOOH , un ácido débil.

- (a) Calcule el pH del ácido metanoico $0,0100 \text{ mol dm}^{-3}$ e indique cualquier suposición que realice. $K_a = 1,6 \times 10^{-4}$.

[3]

Cálculo:

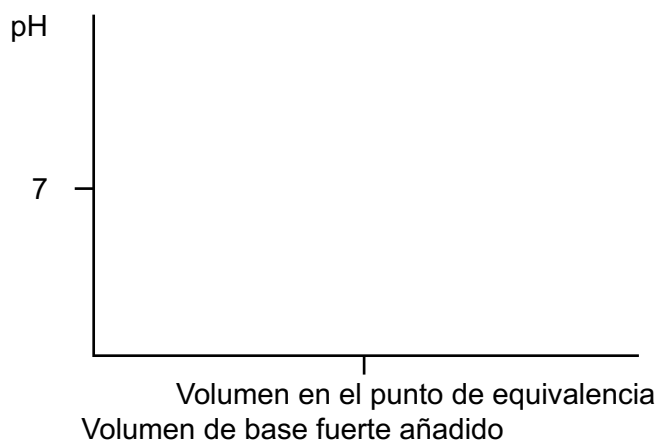
.....

Suposición:

.....

- (b) (i) Dibuje aproximadamente un gráfico de pH en función del volumen de una base fuerte añadida a un ácido débil y muestre cómo determinar el pK_a del ácido débil.

[2]



(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 7: continuación)

- (ii) Explique, por medio de una ecuación, por qué el pH aumenta muy poco en la región tampón cuando se añade una pequeña cantidad de álcali.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....



No escriba en esta página.

Las respuestas que se escriban en
esta página no serán corregidas.



24EP24